

**ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ  
НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ГОЛУБИКИ  
ПРИ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ НА СЕВЕРЕ БЕЛАРУСИ**

Ж. А. РУПАСОВА<sup>1</sup>, А. П. ЯКОВЛЕВ<sup>1</sup>, Э. И. КОЛОМИЕЦ<sup>2</sup>, З. М. АЛЕЩЕНКОВА<sup>2</sup>,  
В. Н. РЕШЕТНИКОВ<sup>1</sup>, Т. М. КАРБАНОВИЧ<sup>3</sup>, А. А. ЯРОШУК<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»,  
ул. Сурганова, 2в, г. Минск, 220012, Беларусь,  
e-mail: rupasova@basnet.by;

<sup>2</sup>ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси»,  
ул. Акад. Купревича, 2, г. Минск, 220141, Беларусь,  
e-mail: microbio@mbio.bas-net.by;

<sup>3</sup>Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь,  
ул. Кирова, 15, г. Минск, 220030, Беларусь

**АННОТАЦИЯ**

В статье приведены результаты сравнительного исследования в опытной культуре на рекультивируемом участке торфяной выработки верхового типа на севере Беларуси в контрастные по характеру погодных условий сезоны 2017 и 2018 г. уровней варибельности 14 количественных характеристик биохимического состава плодов *V. angustifolium*, а также межвидовых гибридов (*V. angustifolium* × *V. corymbosum*) *Northcountry* и *Northblue* при внесении полного минерального и микробных удобрений МаКлор, АгроМик и Бактопин при дифференцированном и совместном применении. Показано, что степень зависимости биохимического состава плодов голубики от метеорологических факторов в значительной мере определялась видом удобрений, генотипом растений и химической природой органических соединений. При этом интегральный уровень питательной и витаминной ценности плодов *V. angustifolium* характеризовался в 1,3 раза большей устойчивостью к метеорологическим факторам по сравнению с межвидовыми гибридами, особенно с сортом *Northblue*, при существенном влиянии на степень данной устойчивости испытываемых агроприемов.

Установлено, что внесение N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub>, жидкого препарата АгроМик и особенно 50%-ного раствора удобрения МаКлор способствовало ослаблению зависимости биохимического состава плодов *V. angustifolium* от погодных условий вегетационного периода по сравнению с контролем, тогда как внесение сухого микоризного удобрения АгроМик в сочетании с 10%-ным раствором препарата МаКлор либо с препаратом Бактопин, напротив, усиливало ее в 1,6 раза. Наименьшая зависимость питательной и витаминной ценности плодов сорта *Northcountry* от гидротермического режима сезона выявлена при совместном использовании препаратов Бактопин и АгроМик, тогда как наибольшая (с превышением в 2,3 раза) – при внесении N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub>. У сорта *Northblue* выявлено усиление в 1,3–1,7 раза зависимости биохимического состава плодов от метеорологических факторов на фоне всех испытываемых агроприемов, особенно с использованием удобрения МаКлор в 50%-ной концентрации.

Показано, что в ряду количественных показателей биохимического состава плодов всех таксонов голубики наибольшей устойчивостью к комплексному воздействию погодных факторов характеризовалось содержание сухих веществ и аскорбиновой кислоты, у *V. angustifolium* – пектиновых веществ, обоих компонентов антоцианового комплекса, общее количество Р-витаминов и, как и у сорта *Northblue*, растворимых сахаров, тогда как у обоих гибридов голубики к ним было отнесено также содержание гидроксикоричных кислот, катехинов и флавонолов. Соответственно, наименьшей устойчивостью к гидротермическому режиму сезона у *V. angustifolium* отличался сахарокислотный индекс плодов и содержание в них дубильных веществ, у сорта *Northcountry* – лейкоантоцианов, у сорта *Northblue* – собственно антоцианов.

**Ключевые слова:** выработанный торфяник, узколистная и высокорослая голубика, микробные и минеральные удобрения, плоды, варибельность показателей биохимического состава, устойчивость к метеорологическим факторам, Беларусь.

**ВВЕДЕНИЕ**

Важнейшим элементом технологии возделывания голубики на рекультивируемых площадях выработанных торфяных месторождений севера Беларуси является оптимизация режима минерального питания, направленная на максимально полную реализацию потенциала развития данной культуры [1]. При этом наиболее перспективным представляется использование в фито-рекультивационных целях микробно-растительных ассоциаций, способствующих активизации

микробиологических и биохимических процессов в малоплодородном и сильноокислом остаточном слое торфяной залежи. Тем самым будет обеспечено не только введение микробных удобрений в органическое земледелие, но и получение экологически чистой, экспортоориентированной высоковитаминной ягодной продукции. Это особенно актуально в связи с принятием в ноябре 2018 г. в Республике Беларусь Закона «О производстве и обращении органической продукции», подписанного Главой государства А. Г. Лукашенко и существенно ужесточающего требования к качеству растениеводческой продукции, при производстве которой запрещено использование любых химических средств, в том числе минеральных удобрений.

В настоящее время в Институте микробиологии НАН Беларуси уже создан ряд высокоэффективных микробных удобрений на основе ассоциативных азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих бактерий, положительно влияющих на развитие сельскохозяйственных культур [2]. Для определения их эффективности при выращивании узколистной и высокорослого видов голубики на рекультивируемом участке торфяной выработки верхового типа в Докшицком районе Витебской области в 2017–2018 гг. в условиях опытной культуры было проведено сравнительное исследование влияния полного минерального и трех видов отечественных микробных удобрений – МаКлор, АгроМик и Бактопин при дифференцированном и совместном применении на биохимический состав их плодов, показавшее его существенную зависимость от гидротермического режима сезона, в значительной мере определяющего их вкусовые свойства. Рассмотрение данного аспекта ответной реакции интродуцентов на комплексное воздействие метеорологических факторов представляется нам весьма актуальным, поскольку крайне неустойчивый характер погодных условий в период вегетации растений и созревания их плодов, свойственный белорусскому региону, как правило, оказывает существенное влияние на темпы накопления тех или иных соединений и тем самым вызывает корректирующее действие на питательную и витаминную ценность ягодной продукции [3, 4].

С целью выявления компонентов биохимического состава плодов голубики, наиболее устойчивых к комплексному воздействию метеорологических факторов, а также для определения агроприемов, обеспечивающих наиболее высокую устойчивость к ним интегрального уровня питательной и витаминной ценности ягодной продукции, были проведены соответствующие исследования (в рамках полевого эксперимента с 6-вариантной схемой внесения удобрений), результаты которых приведены ниже.

#### МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов исследований использовали растения голубики узколистной *V. angustifolium* и сортов *Northcountry* и *Northblue*, являющихся межвидовыми гибридами (*V. angustifolium* × *V. corymbosum*). Полевые опыты были заложены на участке сильноокислого ( $\text{pH}_{\text{KCl}} - 2,8$ ), малоплодородного (содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{K}_2\text{O}$  не более 12–15 и 11–21 мг/кг соответственно), полностью лишённого растительности остаточного слоя донного торфа средней степени разложения, представленного сфагново-древесно-пушицевой ассоциацией.

Схема опыта включала 6 вариантов в 3-кратной повторности и предусматривала 2-кратное за сезон (в мае и июне) луночное внесение удобрений:

1-й вариант – контроль, без внесения удобрений;

2-й вариант – внесение 10%-ного раствора жидкого удобрения МаКлор (0,5 л/растение) в сочетании с сухим микоризным удобрением АМГ из расчета 20 г на 100 л рабочего раствора, или 0,1 г/растение;

3-й вариант – внесение 50%-ного раствора жидкого удобрения МаКлор (0,5 л/растение);

4-й вариант – внесение жидкого препарата АгроМик (0,5 л/растение);

5-й вариант – внесение жидкого препарата Бактопин (0,5 л/растение) в сочетании с сухим микоризным удобрением АМГ (20 г на 100 л рабочего раствора, или 0,1 г/растение);

6-й вариант – внесение в почву НРК 16 : 16 : 16 кг/га д. в., или 5 г/растение.

В каждом варианте опыта было высажено по 18 растений голубики.

В период плодоношения опытных растений в усредненных пробах ягодной продукции определяли содержание: сухих веществ; аскорбиновой, титруемых и гидроксикоричных кислот (в пе-

речете на хлорогеновую); растворимых сахаров; пектиновых и дубильных веществ, собственно антоцианов, лейкоантоцианов, катехинов и флавонолов (в пересчете на рутин) с использованием общепринятых методов получения аналитической информации [5–12]. Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Microsoft Excel.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Годы исследований характеризовались выраженными контрастами погодных условий вегетационного периода. В период вегетации растений в 2017 г. при близких к многолетней норме среднемесячных значениях температуры воздуха ее существенные подекадные колебания на протяжении сезона оказывали определенное негативное влияние на формирование плодов голубики (табл. 1).

Это проявлялось в смещении сроков их созревания на более позднее время и снижении урожайности, что позволяет охарактеризовать данный сезон как не совсем неблагоприятный для полной реализации биологического потенциала опытных растений. Вегетационный период 2018 г. в отличие от предыдущего сезона на всем протяжении характеризовался аномально жаркой погодой с превышением на 18–76 % среднемноголетних температурных показателей при существенном дефиците атмосферных осадков, и лишь в июле их количество на 28 % превышало многолетнюю норму.

Таблица 1. Характеристика гидротермического режима вегетационного периода в районе исследований в годы наблюдений

| Месяц          | Температура воздуха, °С |       |            |              |             | Осадки, мм |            |       |
|----------------|-------------------------|-------|------------|--------------|-------------|------------|------------|-------|
|                | средняя                 | норма | % от нормы | максимальная | минимальная | сумма      | % от нормы | норма |
| <i>2017 г.</i> |                         |       |            |              |             |            |            |       |
| Апрель         | 6,1                     | 6,8   | 89,7       | 14,1         | –4,0        | 51         | 141        | 36    |
| Май            | 13,2                    | 13,1  | 100,8      | 21,2         | –1,0        | 62         | 109        | 57    |
| Июнь           | 16,2                    | 16,4  | 98,8       | 25,2         | 5,0         | 60         | 70         | 86    |
| Июль           | 18,7                    | 18,4  | 101,6      | 28,3         | 7,0         | 87         | 106        | 82    |
| Август         | 18,0                    | 17,0  | 105,9      | 30,0         | 9,0         | 63         | 76         | 83    |
| Сентябрь       | 13,5                    | 11,6  | 116,4      | 24,0         | 3,0         | 58         | 88         | 66    |
| Октябрь        | 4,8                     | 6,1   | 95,1       | 14,8         | –5,2        | 107        | 173        | 62    |
| <i>2018 г.</i> |                         |       |            |              |             |            |            |       |
| Апрель         | 11,1                    | 6,8   | 176,2      | 24,0         | –0,2        | 25         | 66         | 36    |
| Май            | 18,8                    | 13,1  | 152,8      | 27,2         | 8,9         | 33         | 58         | 57    |
| Июнь           | 18,7                    | 16,4  | 120,6      | 27,7         | 9,2         | 31         | 33         | 86    |
| Июль           | 20,7                    | 18,4  | 117,6      | 30,2         | 9,2         | 104        | 128        | 82    |
| Август         | 20,4                    | 17,0  | 124,4      | 29,3         | 12,4        | 45         | 67         | 83    |
| Сентябрь       | 15,8                    | 11,3  | 139,8      | 26,1         | 3,5         | 42         | 68,9       | 61    |
| Октябрь        | 8,3                     | 6,0   | 138,3      | 20,5         | –2,0        | 50         | 87,7       | 57    |

Несмотря на сравнительно непродолжительный период наблюдений, ограниченный всего двумя сезонами, были выявлены существенные межвариантные различия степени зависимости количественных характеристик биохимического состава плодов от комплексного воздействия метеорологических факторов, подтверждаемые несопоставимостью ширины диапазонов их изменений в годы исследований (табл. 2). На наш взгляд, наиболее объективное представление о степени данной зависимости можно составить на основе анализа коэффициентов вариации (V) рассматриваемых признаков в вариантах полевого опыта в двулетнем цикле наблюдений. Сравнительный анализ данных материалов позволил выявить характеристики биохимического состава плодов с разной степенью устойчивости к гидротермическому режиму сезона, равно как и обозначить варианты опыта, обеспечивающие наиболее высокую устойчивость к ним каждого таксона голубики. Ведь, по общепринятому мнению, степень варьирования того или иного признака косвенно указывает на уровень его зависимости от исследуемых факторов (в нашем слу-

чае – метеорологических), т. е. чем выше коэффициент вариации, тем сильнее эта зависимость, и наоборот. При этом мы ориентировались на шкалу Г. Н. Зайцева [13], предусматривающую распределение признаков на пять групп с уровнем изменчивости  $V$ , %: очень низким (<7), низким (8–12), средним (13–20), повышенным (21–40), очень высоким (>41).

Таблица 2. Диапазоны варьирования в двулетнем цикле наблюдений количественных характеристик биохимического состава плодов голубики в вариантах полевого опыта (в сухом веществе)

| Показатель                        | Вариант полевого опыта |                   |                   |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|
|                                   | 1-й                    | 2-й               | 3-й               |
| <i>V. angustifolium</i>           |                        |                   |                   |
| Сухие вещества, %                 | 15,5–16,4              | 17,5–18,7         | 16,0–16,2         |
| Свободные органические кислоты, % | 5,26–7,56              | 3,25–4,51         | 3,48–4,27         |
| Аскорбиновая кислота, мг%         | 323,9–398,7            | 294,3–343,5       | 324,3–328,1       |
| Гидроксикоричные кислоты, мг%     | 885,0–1260,7           | 880,3–1292,7      | 933,7–1126,7      |
| Растворимые сахара, %             | 45,3–49,0              | 47,3–52,3         | 48,0–53,0         |
| Сахарокислотный индекс            | 6,0–9,3                | 10,5–16,1         | 11,3–15,2         |
| Пектиновые вещества, %            | 7,47–8,83              | 7,80–9,57         | 7,90–8,87         |
| Собственно антоцианы, мг%         | 6650,0–8820,0          | 7140,0–7420,0     | 6463,3–7140,0     |
| Лейкоантоцианы, мг%               | 5877,7–5920,7          | 5873,0–7140,0     | 6125,0–6388,7     |
| Сумма антоциановых пигментов, мг% | 12 527,7–14 740,7      | 13 013,0–14 560,0 | 12 588,3–13 528,7 |
| Катехины, мг%                     | 1228,5–1547,0          | 1365,0–2002,0     | 1410,5–1759,3     |
| Флавонолы, мг%                    | 3561,0–3775,0          | 3331,8–3698,6     | 2751,0–3484,6     |
| Сумма биофлавоноидов, мг%         | 17 317,2–20 062,7      | 18 076,6–19 893,8 | 17 483,4–18 039,0 |
| Дубильные вещества, %             | 3,20–4,75              | 2,70–4,25         | 2,95–4,55         |
| Показатель                        | Вариант полевого опыта |                   |                   |
|                                   | 4-й                    | 5-й               | 6-й               |
| Сухие вещества, %                 | 17,0–18,5              | 17,9–18,8         | 16,2–17,4         |
| Свободные органические кислоты, % | 3,68–3,79              | 2,39–4,04         | 3,00–3,76         |
| Аскорбиновая кислота, мг%         | 285,2–399,2            | 299,7–321,0       | 297,4–356,0       |
| Гидроксикоричные кислоты, мг%     | 929,0–1058,0           | 1016,3–1182,3     | 897,0–1163,7      |
| Растворимые сахара, %             | 50,0–55,0              | 45,3–50,0         | 54,3–58,7         |
| Сахарокислотный индекс            | 13,2–14,9              | 11,2–20,9         | 14,5–19,5         |
| Пектиновые вещества, %            | 7,47–8,20              | 7,53–8,47         | 8,17–8,50         |
| Собственно антоцианы, мг%         | 4596,7–4900,0          | 4083,3–4830,0     | 4340,0–5810,0     |
| Лейкоантоцианы, мг%               | 4928,0–6353,7          | 4895,3–5058,7     | 6398,0–6657,0     |
| Сумма антоциановых пигментов, мг% | 9828,0–10 950,3        | 8978,7–9888,7     | 10 738,0–12 467,0 |
| Катехины, мг%                     | 1380,2–1820,0          | 1365,0–1607,7     | 1380,2–1410,5     |
| Флавонолы, мг%                    | 2368,9–3331,8          | 2613,5–3973,7     | 2644,0–2903,8     |
| Сумма биофлавоноидов, мг%         | 14 539,9–15 139,3      | 13 199,8–15 227,3 | 14 792,5–16 751,0 |
| Дубильные вещества, %             | 2,60–4,30              | 2,65–5,15         | 2,35–4,25         |
| Показатель                        | Вариант полевого опыта |                   |                   |
|                                   | 1-й                    | 2-й               | 3-й               |
| <i>Corn Northcountry</i>          |                        |                   |                   |
| Сухие вещества, %                 | 14,3–17,3              | 14,5–15,6         | 15,6–15,8         |
| Свободные органические кислоты, % | 5,69–6,30              | 4,15–6,17         | 5,02–6,05         |
| Аскорбиновая кислота, мг%         | 338,5–352,4            | 339,9–363,8       | 315,5–339,9       |
| Гидроксикоричные кислоты, мг%     | 620,7–683,3            | 538,0–538,8       | 597,7–623,0       |
| Растворимые сахара, %             | 43,0–54,3              | 46,7–57,0         | 40,3–51,7         |
| Сахарокислотный индекс            | 5,7–9,6                | 10,4–13,7         | 9,5–10,3          |
| Пектиновые вещества, %            | 5,37–7,07              | 5,13–7,13         | 5,73–7,60         |
| Собственно антоцианы, мг%         | 6673,3–9413,3          | 7140,0–7240,0     | 9170,0–9360,0     |
| Лейкоантоцианы, мг%               | 4792,7–4852,0          | 5326,7–7875,0     | 4108,0–7756,0     |
| Сумма антоциановых пигментов, мг% | 11 466,0–14 265,3      | 12 566,7–15 015,0 | 13 468,0–16 926,0 |
| Катехины, мг%                     | 1178,7–1319,5          | 1230,7–1243,7     | 1291,3–1471,2     |
| Флавонолы, мг%                    | 2644,0–2803,4          | 2414,8–2995,5     | 3004,3–3484,6     |
| Сумма биофлавоноидов, мг%         | 15 429,5–18 247,4      | 16 792,9–18 673,4 | 17 763,6–21 881,8 |
| Дубильные вещества, %             | 3,70–4,25              | 3,25–3,90         | 1,75–3,20         |

| Показатель                        | Вариант полевого опыта |                   |                   |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|
|                                   | 4-й                    | 5-й               | 6-й               |
| <i>Copm Northcountry</i>          |                        |                   |                   |
| Сухие вещества, %                 | 14,5–17,7              | 15,0–16,5         | 14,7–17,0         |
| Свободные органические кислоты, % | 6,84–7,32              | 5,25–6,92         | 3,95–5,14         |
| Аскорбиновая кислота, мг%         | 310,7–327,8            | 277,3–316,6       | 290,3–340,3       |
| Гидроксикоричные кислоты, мг%     | 703,7–743,8            | 551,7–693,8       | 575,5–777,3       |
| Растворимые сахара, %             | 45,3–58,0              | 45,3–56,0         | 47,3–60,7         |
| Сахарокислотный индекс            | 7,9–12,0               | 10,7–11,2         | 12,6–15,4         |
| Пектиновые вещества, %            | 7,13–8,43              | 6,77–8,17         | 5,73–7,70         |
| Собственно антоцианы, мг%         | 9426,7–9496,7          | 8120,0–10 093,3   | 7093,3–11 526,7   |
| Лейкоантоцианы, мг%               | 4214,7–7611,3          | 4137,3–6076,0     | 4173,3–8129,3     |
| Сумма антоциановых пигментов, мг% | 13 641,3–17 108,0      | 14 196,0–14 230,7 | 11 266,7–19 656,0 |
| Катехины, мг%                     | 1092,0–1213,3          | 1198,2–1239,3     | 1196,0–1365,0     |
| Флавонолы, мг%                    | 3073,9–3499,9          | 2637,5–2858,0     | 2593,8–3897,3     |
| Сумма биофлавоноидов, мг%         | 17 928,5–21 699,9      | 18 107,5–18 252,2 | 15 056,5–24 918,3 |
| Дубильные вещества, %             | 4,25–5,65              | 4,35–4,75         | 3,45–4,40         |
| Показатель                        | Вариант полевого опыта |                   |                   |
|                                   | 1-й                    | 2-й               | 3-й               |
| <i>Copm Northblue</i>             |                        |                   |                   |
| Сухие вещества, %                 | 15,5–16,8              | 14,3–18,0         | 15,5–18,1         |
| Свободные органические кислоты, % | 5,25–7,25              | 4,15–4,56         | 5,28–6,68         |
| Аскорбиновая кислота, мг%         | 333,9–357,6            | 302,4–382,4       | 288,3–335,7       |
| Гидроксикоричные кислоты, мг%     | 528,7–740,3            | 616,3–620,7       | 556,3–662,0       |
| Растворимые сахара, %             | 51,7–53,0              | 48,0–57,0         | 46,7–58,0         |
| Сахарокислотный индекс            | 7,3–9,8                | 10,5–13,7         | 7,0–11,0          |
| Пектиновые вещества, %            | 5,73–7,70              | 6,23–8,23         | 6,57–8,07         |
| Собственно антоцианы, мг%         | 6601,0–7653,3          | 5856,7–10523,3    | 6766,7–9963,3     |
| Лейкоантоцианы, мг%               | 5117,0–5320,0          | 5609,3–6251,0     | 5002,7–6234,7     |
| Сумма антоциановых пигментов, мг% | 11 921,0–12 770,3      | 11 466,0–16 774,3 | 11 769,3–16 198,0 |
| Катехины, мг%                     | 1334,7–1683,5          | 1258,8–1410,5     | 1274,0–1349,8     |
| Флавонолы, мг%                    | 2659,3–2949,7          | 2720,4–2934,4     | 2598,2–3285,9     |
| Сумма биофлавоноидов, мг%         | 15 915,0–17 403,5      | 15 596,9–20 967,6 | 15 717,3–20 757,9 |
| Дубильные вещества, %             | 3,40–3,60              | 3,20–3,35         | 2,45–4,90         |
| Показатель                        | Вариант полевого опыта |                   |                   |
|                                   | 4-й                    | 5-й               | 6-й               |
| Сухие вещества, %                 | 15,4–17,7              | 13,7–17,0         | 14,3–17,8         |
| Свободные органические кислоты, % | 3,98–4,86              | 4,82–7,37         | 3,86–4,74         |
| Аскорбиновая кислота, мг%         | 307,4–371,4            | 320,8–377,7       | 306,5–358,6       |
| Гидроксикоричные кислоты, мг%     | 593,0–611,7            | 547,0–786,3       | 602,3–657,7       |
| Растворимые сахара, %             | 46,7–52,3              | 44,7–49,0         | 54,3–60,0         |
| Сахарокислотный индекс            | 10,8–11,7              | 6,6–9,3           | 11,5–15,6         |
| Пектиновые вещества, %            | 6,93–8,37              | 7,67–9,13         | 8,47–10,53        |
| Собственно антоцианы, мг%         | 6370,0–7420,0          | 7420,0–7700,0     | 5366,7–8540,0     |
| Лейкоантоцианы, мг%               | 4125,3–6078,3          | 4925,7–8134,0     | 4461,3–6293,0     |
| Сумма антоциановых пигментов, мг% | 10 495,3–13 498,3      | 12 345,7–15 834,0 | 9828,0–14 833,0   |
| Катехины, мг%                     | 1380,2–1547,0          | 1486,3–1638,0     | 1622,8–1622,9     |
| Флавонолы, мг%                    | 2368,9–3102,5          | 2873,3–3194,2     | 2598,2–3102,5     |
| Сумма биофлавоноидов, мг%         | 14 244,4–18 147,9      | 17 177,9–20 193,6 | 14 049,0–19 558,4 |
| Дубильные вещества, %             | 2,70–4,55              | 2,95–4,05         | 3,30–3,75         |

Как следует из табл. 3, изменчивость показателей биохимического состава плодов голубики в вариантах полевого опыта в двухлетнем цикле наблюдений в значительной мере определялась генотипом растений и химической природой исследуемых соединений. К примеру, у *V. angustifolium* на долю самых устойчивых признаков с очень низким уровнем изменчивости приходилось от 29 % в контроле до 50 % в 3-м варианте опыта с внесением 50%-ного раствора

удобрения МаКлор, для которого было показано наименьшее в эксперименте долевое участие признаков с низким уровнем изменчивости (табл. 4). Наибольшее же долевое участие признаков с подобной изменчивостью установлено в 5-м варианте опыта с совместным внесением препаратов Бактопин и АгроМик, отмеченном отсутствием признаков со средним уровнем изменчивости при максимальном их количестве в 3-м и 6-м ( $N_{16}P_{16}K_{16}$ ) вариантах опыта. Наиболее высокой долей признаков с повышенным уровнем изменчивости в годы наблюдений, достигавшей 36 %, характеризовался 2-й вариант опыта с совместным внесением 10%-ного раствора удобрения МаКлор и сухого микоризного удобрения АгроМик. При этом лишь в единичном случае – в 5-м варианте опыта были выявлены характеристики биохимического состава плодов с очень высоким уровнем изменчивости, на долю которых приходилось до 14 % от их общего количества.

Таблица 3. Усредненные в двулетнем цикле наблюдений значения коэффициентов вариации (V, %) количественных показателей биохимического состава плодов голубики в вариантах полевого опыта

| Показатель                     | Вариант опыта |      |      |      |      |      | Среднее для показателя |
|--------------------------------|---------------|------|------|------|------|------|------------------------|
|                                | 1-й           | 2-й  | 3-й  | 4-й  | 5-й  | 6-й  |                        |
| <i>V. angustifolium</i>        |               |      |      |      |      |      |                        |
| Сухие вещества                 | 4,0           | 4,7  | 0,9  | 6,0  | 3,5  | 5,1  | 4,0                    |
| Свободные органические кислоты | 25,4          | 23,0 | 14,4 | 2,1  | 36,3 | 15,9 | 19,5                   |
| Аскорбиновая кислота           | 14,6          | 10,9 | 0,8  | 23,6 | 4,9  | 12,7 | 11,3                   |
| Гидроксикоричные кислоты       | 24,8          | 26,8 | 13,2 | 9,2  | 10,7 | 18,3 | 17,2                   |
| Растворимые сахара             | 5,5           | 7,1  | 7,0  | 6,7  | 7,0  | 5,5  | 6,5                    |
| Сахарокислотный индекс         | 30,5          | 29,8 | 20,8 | 8,6  | 42,7 | 20,8 | 25,5                   |
| Пектиновые вещества            | 11,8          | 14,4 | 8,2  | 6,6  | 8,3  | 2,8  | 8,7                    |
| Собственно антоцианы           | 19,8          | 2,7  | 7,0  | 4,5  | 11,8 | 20,5 | 11,1                   |
| Лейкоантоцианы                 | 0,5           | 13,8 | 3,0  | 17,9 | 2,3  | 2,8  | 6,7                    |
| Сумма антоциановых пигментов   | 11,5          | 7,9  | 5,1  | 7,6  | 6,8  | 10,5 | 8,2                    |
| Катехины                       | 16,2          | 26,8 | 15,6 | 19,4 | 11,5 | 1,5  | 15,2                   |
| Флавонолы                      | 4,1           | 7,4  | 16,6 | 23,9 | 29,2 | 6,6  | 14,6                   |
| Сумма биофлавоноидов           | 10,4          | 6,8  | 2,2  | 2,9  | 10,1 | 8,8  | 6,9                    |
| Дубильные вещества             | 27,6          | 31,5 | 30,2 | 34,8 | 45,3 | 40,7 | 35,0                   |
| <i>Среднее для варианта:</i>   | 14,8          | 15,3 | 10,4 | 12,4 | 16,5 | 12,3 | –                      |
| <i>Corn Northcountry</i>       |               |      |      |      |      |      |                        |
| Сухие вещества                 | 13,4          | 5,2  | 0,9  | 14,1 | 6,7  | 10,3 | 8,4                    |
| Свободные органические кислоты | 7,2           | 27,7 | 13,2 | 4,8  | 19,4 | 18,5 | 15,1                   |
| Аскорбиновая кислота           | 2,8           | 4,8  | 5,3  | 3,8  | 9,4  | 11,2 | 6,2                    |
| Гидроксикоричные кислоты       | 6,8           | 0,1  | 2,9  | 3,9  | 16,1 | 21,1 | 8,5                    |
| Растворимые сахара             | 16,4          | 14,0 | 17,5 | 17,4 | 14,9 | 17,5 | 16,3                   |
| Сахарокислотный индекс         | 36,0          | 19,4 | 5,7  | 29,1 | 3,2  | 14,1 | 17,9                   |
| Пектиновые вещества            | 19,3          | 23,1 | 19,8 | 11,8 | 13,3 | 20,7 | 18,0                   |
| Собственно антоцианы           | 24,1          | 1,0  | 1,5  | 0,5  | 15,3 | 33,7 | 12,7                   |
| Лейкоантоцианы                 | 0,9           | 27,3 | 43,5 | 40,6 | 26,8 | 45,5 | 30,8                   |
| Сумма антоциановых пигментов   | 15,4          | 12,6 | 16,1 | 15,9 | 0,2  | 38,4 | 16,4                   |
| Катехины                       | 8,0           | 0,7  | 9,2  | 7,4  | 2,4  | 9,3  | 6,2                    |
| Флавонолы                      | 4,1           | 15,2 | 10,5 | 9,2  | 5,7  | 28,4 | 12,2                   |
| Сумма биофлавоноидов           | 11,8          | 7,5  | 14,7 | 13,5 | 0,6  | 34,9 | 13,8                   |
| Дубильные вещества             | 9,8           | 12,9 | 41,4 | 20,0 | 6,2  | 17,1 | 17,9                   |
| <i>Среднее для варианта:</i>   | 12,6          | 12,3 | 14,4 | 13,7 | 10,0 | 22,9 | –                      |
| <i>Corn Northblue</i>          |               |      |      |      |      |      |                        |
| Сухие вещества                 | 5,7           | 16,2 | 10,9 | 9,8  | 15,2 | 15,4 | 12,2                   |
| Свободные органические кислоты | 22,6          | 6,7  | 16,6 | 14,1 | 29,6 | 14,5 | 17,4                   |
| Аскорбиновая кислота           | 4,8           | 16,5 | 10,7 | 13,3 | 11,5 | 11,1 | 11,3                   |
| Гидроксикоричные кислоты       | 23,6          | 0,5  | 12,3 | 2,2  | 25,4 | 6,2  | 11,7                   |
| Растворимые сахара             | 1,8           | 12,1 | 15,3 | 8,0  | 6,5  | 7,1  | 8,5                    |
| Сахарокислотный индекс         | 20,7          | 18,7 | 31,4 | 5,7  | 24,0 | 21,4 | 20,3                   |
| Пектиновые вещества            | 20,7          | 19,6 | 14,5 | 13,3 | 12,3 | 15,3 | 16,0                   |

| Показатель                   | Вариант опыта |      |      |      |      |      | Среднее для показателя |
|------------------------------|---------------|------|------|------|------|------|------------------------|
|                              | 1-й           | 2-й  | 3-й  | 4-й  | 5-й  | 6-й  |                        |
| Собственно антоцианы         | 10,4          | 40,3 | 27,0 | 10,8 | 2,6  | 32,3 | 20,6                   |
| Лейкоантоцианы               | 2,8           | 7,7  | 15,5 | 27,1 | 34,7 | 24,1 | 18,7                   |
| Сумма антоциановых пигментов | 4,9           | 26,6 | 22,4 | 17,7 | 17,5 | 28,7 | 19,6                   |
| Катехины                     | 16,3          | 8,0  | 4,1  | 8,1  | 6,9  | 0    | 7,2                    |
| Флавонолы                    | 7,3           | 5,4  | 16,5 | 19,0 | 7,5  | 12,5 | 11,4                   |
| Сумма биофлавоноидов         | 6,3           | 20,8 | 19,5 | 17,0 | 11,4 | 23,2 | 16,4                   |
| Дубильные вещества           | 4,0           | 3,2  | 47,1 | 36,1 | 22,2 | 9,0  | 20,3                   |
| Среднее для варианта:        | 10,9          | 14,5 | 18,8 | 14,4 | 16,2 | 15,8 | –                      |

Таблица 4. Относительная доля показателей биохимического состава плодов голубики с разным уровнем изменчивости в двухлетнем цикле наблюдений в вариантах полевого опыта

| Вариант опыта              | Уровень изменчивости, % |               |                 |                    |                     |
|----------------------------|-------------------------|---------------|-----------------|--------------------|---------------------|
|                            | очень низкий (<7)       | низкий (8–12) | средний (13–20) | повышенный (21–40) | очень высокий (>41) |
| <i>V. angustifolium</i>    |                         |               |                 |                    |                     |
| 1-й                        | 29                      | 21            | 21              | 29                 | 0                   |
| 2-й                        | 36                      | 14            | 14              | 36                 | 0                   |
| 3-й                        | 50                      | 7             | 29              | 14                 | 0                   |
| 4-й                        | 43                      | 21            | 15              | 21                 | 0                   |
| 5-й                        | 36                      | 36            | 0               | 14                 | 14                  |
| 6-й                        | 43                      | 14            | 29              | 14                 | 0                   |
| Средневзвешенное значение: | 40                      | 19            | 18              | 21                 | 2                   |
| <i>Corn Northcountry</i>   |                         |               |                 |                    |                     |
| 1-й                        | 36                      | 21            | 29              | 14                 | 0                   |
| 2-й                        | 43                      | 0             | 36              | 21                 | 0                   |
| 3-й                        | 36                      | 14            | 36              | 0                  | 14                  |
| 4-й                        | 36                      | 14            | 36              | 14                 | 0                   |
| 5-й                        | 50                      | 7             | 36              | 7                  | 0                   |
| 6-й                        | 0                       | 21            | 29              | 43                 | 7                   |
| Средневзвешенное значение: | 34                      | 13            | 34              | 16                 | 3                   |
| <i>Corn Northblue</i>      |                         |               |                 |                    |                     |
| 1-й                        | 57                      | 7             | 7               | 29                 | 0                   |
| 2-й                        | 29                      | 21            | 29              | 21                 | 0                   |
| 3-й                        | 7                       | 21            | 44              | 21                 | 7                   |
| 4-й                        | 14                      | 29            | 43              | 14                 | 0                   |
| 5-й                        | 29                      | 21            | 14              | 36                 | 0                   |
| 6-й                        | 21                      | 21            | 21              | 37                 | 0                   |
| Средневзвешенное значение: | 26                      | 20            | 26              | 26                 | 2                   |

При усреднении в рамках полевого эксперимента показателей долевого участия признаков с разным уровнем изменчивости в двухлетнем цикле наблюдений было установлено, что основное их количество (почти 60 %) отличалось очень низкими и в меньшей степени низкими его значениями, тогда как на долю признаков со средней, повышенной и очень высокой изменчивостью приходилось 18, 21 и 2 % соответственно. Это свидетельствовало о сравнительно слабой зависимости биохимического состава плодов *V. angustifolium* в целом от погодных условий вегетационного периода (см. табл. 4).

У межвидовых гибридов голубики были выявлены заметные различия в уровне изменчивости анализируемых признаков в годы наблюдений. В частности, максимальным количеством таковых с ее очень низким уровнем, достигавшим у сортов *Northcountry* и *Northblue* 50 и 57 % соответственно, были отмечены разные варианты опыта: 5-й – в первом случае и контрольный – во втором. Минимальным же количеством подобных признаков, вплоть до их полного отсутствия, – 6-й и 3-й варианты опыта соответственно. Диапазоны варьирования в рамках экспери-

мента доли признаков с низким и средним уровнями изменчивости у данных таксонов голубики соответствовали областям значений: в первом случае – от 0 до 21 % и от 7 до 29 %, во втором случае – от 29 до 36 % и от 7 до 44 % при отсутствии сходства в динамике данных показателей по вариантам опыта. Подобная картина наблюдалась и для повариантного распределения долевого участия показателей с повышенным уровнем изменчивости, диапазоны которых соответствовали областям значений 0–43 и 14–37 % с максимумами у обоих гибридов только на фоне внесения  $N_{16}P_{16}K_{16}$ . При этом в биохимическом составе их плодов было показано наличие признаков с очень высоким уровнем изменчивости при использовании 50%-ного раствора препарата МаКлор, а у сорта *Northcountry* это имело место и при внесении  $N_{16}P_{16}K_{16}$  (см. табл. 4).

Заметим, что у межвидовых гибридов голубики средняя в эксперименте суммарная доля показателей с очень низким и низким уровнями изменчивости в двулетнем цикле наблюдений была примерно одинаковой и составляла 46–47 % от их общего количества, что в 1,3 раза уступало таковой у *V. Angustifolium*. Это свидетельствовало о меньшей в целом устойчивости биохимического состава плодов сортовой голубики к метеорологическим факторам. При этом для сорта *Northcountry* было показано не только более значительное, чем у сорта *Northblue*, превышение доли признаков с очень низким уровнем изменчивости относительно таковой с низким уровнем, но и в 1,5 раза меньшая, чем у него, доля признаков с повышенным и очень высоким уровнями изменчивости, что указывало на большую зависимость биохимического состава плодов второго сорта от гидротермического режима сезона.

Вместе с тем значительная ширина приведенных выше диапазонов варьирования в рамках эксперимента доли признаков с разной изменчивостью у всех опытных таксонов голубики свидетельствовала также о существенном влиянии эдафического фактора на устойчивость биохимического состава плодов к метеорологическим факторам. Это подтверждается заметными межвариантными различиями интегрального уровня его изменчивости в двулетнем цикле наблюдений, оцениваемыми по средневзвешенным значениям вариабельности совокупности анализируемых признаков (см. табл. 3). Так, в эксперименте с *V. angustifolium* он соответствовал области значений от 10,4 до 16,5 % при следующей последовательности его вариантов в порядке их увеличения, т. е. усиления степени зависимости биохимического состава плодов от погодных условий вегетационного периода:

$$3 < 6 = 4 < 1 < 2 < 5.$$

Как видим, наиболее устойчивым к их комплексному воздействию он оказался в 3-м варианте с внесением 50%-ного раствора жидкого удобрения МаКлор, тогда как наименее устойчивым – на фоне совместного использования препаратов Бактопин и АгроМик при расхождении у них данного параметра в 1,6 раза. Заметим, что внесение  $N_{16}P_{16}K_{16}$  и жидкого препарата АгроМик также обусловило более высокую, чем в контроле, устойчивость биохимического состава плодов *V. angustifolium* к гидротермическому режиму сезона.

Подобный диапазон изменения средневзвешенных значений коэффициентов вариации совокупности анализируемых признаков в эксперименте с сортом *Northcountry* соответствовал более широкой, чем у узколистного вида, области значений – от 10,0 до 22,9 % при следующем расположении тестируемых вариантов в соответствии с усилением степени зависимости биохимического состава плодов от метеорологических факторов:

$$5 < 2 < 1 < 4 < 3 < 6.$$

Как видим, наименьшую зависимость от них интегрального уровня питательной и витаминной ценности плодов данного сорта обеспечивало совместное использование препаратов Бактопин и АгроМик, тогда как наибольшую – внесение  $N_{16}P_{16}K_{16}$  при расхождении у них данного параметра в 2,3 раза. При этом совместное внесение препаратов АгроМик и МаКлор в 10%-ной концентрации обусловило более высокую, чем в контроле, устойчивость биохимического состава плодов сорта *Northcountry* к гидротермическому режиму сезона.

Что касается сорта *Northblue*, то диапазон изменения в рамках полевого опыта средневзвешенных значений коэффициентов вариации совокупности анализируемых показателей был



примерно сопоставим с таковым у сорта *Northcountry* и охватывал область значений от 10,9 до 18,8 % при следующем расположении тестируемых вариантов опыта в порядке усиления зависимости биохимического состава плодов от метеорологических факторов:

$$1 < 4 = 2 < 6 < 5 < 3.$$

Как видим, наибольшей устойчивостью к гидротермическому режиму сезона характеризовался интегральный уровень питательной и витаминной ценности плодов данного сорта в контроле, тогда как в вариантах опыта с внесением удобрений она была ниже в 1,3–1,7 раза, особенно при использовании жидкого удобрения МаКлор в 50%-ной концентрации.

Резюмируя вышеизложенное, нельзя не заметить выраженных генотипических различий в степени зависимости совокупности биохимических характеристик плодов голубики от комплексного влияния метеорологических факторов на фоне внесения микробных и минеральных удобрений. Как было показано выше, существенное влияние на изменчивость анализируемых признаков в годы наблюдений оказывает также химическая природа исследуемых соединений. Возвращаясь к табл. 3, нетрудно убедиться, что лишь для содержания сухих веществ и растворимых сахаров в плодах *V. angustifolium*, как и сорта *Northcountry*, во всех вариантах опыта установлено соответствие уровня вариабельности определенной области принятой градации, тогда как для остальных показателей диапазон его изменений охватывал несколько областей данной градации. На наш взгляд, в этом случае интегральное представление о степени устойчивости к атмосферным воздействиям количественных характеристик биохимического состава плодов голубики в двухлетнем цикле наблюдений могут дать усредненные в рамках эксперимента значения коэффициентов их вариации, приведенные в табл. 5. Анализ этих данных позволил установить у гибридов голубики выраженное сходство параметров изменчивости абсолютного большинства анализируемых признаков, характеризующих степень их межсезонных различий. Лишь для содержания аскорбиновой кислоты, растворимых сахаров и компонентов антоцианового комплекса подобного сходства выявить не удалось. При этом для показателей биохимического состава плодов *V. angustifolium* и сортовой голубики, за исключением аскорбиновой и титруемых кислот, были установлены также существенные межвидовые различия в этом плане.

Таблица 5. Средневзвешенные в двухлетнем цикле наблюдений значения коэффициентов вариации показателей биохимического состава плодов голубики в рамках полевого эксперимента

| Показатель                     | <i>V. angustifolium</i>     |                                | Сорт <i>Northcountry</i>    |                                | Сорт <i>Northblue</i>       |                                |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                                | Уровень изменчивости (V, %) | Область градации изменчивости* | Уровень изменчивости (V, %) | Область градации изменчивости* | Уровень изменчивости (V, %) | Область градации изменчивости* |
| Сухие вещества                 | 4,0                         | 1                              | 8,4                         | 2                              | 12,2                        | 2                              |
| Свободные органические кислоты | 19,5                        | 3                              | 15,1                        | 3                              | 17,4                        | 3                              |
| Аскорбиновая кислота           | 11,3                        | 2                              | 6,2                         | 1                              | 11,3                        | 2                              |
| Гидроксикоричные кислоты       | 17,2                        | 3                              | 8,5                         | 2                              | 11,7                        | 2                              |
| Растворимые сахара             | 6,5                         | 1                              | 16,3                        | 3                              | 8,5                         | 2                              |
| Сахарокислотный индекс         | 25,5                        | 4                              | 17,9                        | 3                              | 20,3                        | 3                              |
| Пектиновые вещества            | 8,7                         | 2                              | 18,0                        | 3                              | 16,0                        | 3                              |
| Собственно антоцианы           | 11,1                        | 2                              | 12,7                        | 3                              | 20,6                        | 4                              |
| Лейкоантоцианы                 | 6,7                         | 1                              | 30,8                        | 4                              | 18,7                        | 3                              |
| Сумма антоциановых пигментов   | 8,2                         | 2                              | 16,4                        | 3                              | 19,6                        | 3                              |
| Катехины                       | 15,2                        | 3                              | 6,2                         | 1                              | 7,2                         | 1                              |
| Флавонолы                      | 14,6                        | 3                              | 12,2                        | 2                              | 11,4                        | 2                              |
| Сумма биофлавоноидов           | 6,9                         | 1                              | 13,8                        | 3                              | 16,4                        | 3                              |
| Дубильные вещества             | 35,0                        | 4                              | 17,9                        | 3                              | 20,3                        | 3                              |
| Среднее для таксона            | 13,6                        | –                              | 14,3                        | –                              | 15,1                        | –                              |

\* Область градации изменчивости, %: 1 – <7; 2 – 8–12; 3 – 13–20; 4 – 21–40.

У межвидовых гибридов голубики наименьшая вариабельность в двухлетнем цикле наблюдений отмечена лишь в единичных случаях – для содержания в плодах катехинов и аскорбата у сорта *Northcountry*, что позволяло охарактеризовать данные показатели как наиболее устой-

чивые к гидротермическому режиму вегетационного периода. В отличие от сортовой голубики у узколистного вида очень низким уровнем изменчивости характеризовался более значительный набор показателей – содержание сухих веществ, растворимых сахаров, лейкоантоцианов и общее количество биофлавоноидов. Значительно шире у исследуемых таксонов голубики оказался спектр показателей с малой изменчивостью в двулетнем цикле. Так, у гибридов голубики к ним следовало отнести содержание сухих веществ, гидроксикоричных кислот, флавонолов, аскорбиновой кислоты (сорт *Northcountry*) и растворимых сахаров (сорт *Northblue*). Для *V. angustifolium* был показан несколько иной набор показателей с малой изменчивостью – содержание аскорбиновой кислоты, пектинов, собственно антоцианов и общее количество антоциановых пигментов, что также позволяло отнести обозначенные признаки к сравнительно устойчивым к воздействию метеорологических факторов. Примерно половина показателей биохимического состава плодов сортовой голубики характеризовалась средним уровнем изменчивости, тогда как у узколистного вида их количество не превышало четырех. Повышенным же уровнем изменчивости в годы наблюдений были отмечены лишь единичные показатели – сахарокислотный индекс и содержание дубильных веществ у *V. angustifolium*, содержание лейкоантоцианов у сорта *Northcountry* и собственно антоцианов у сорта *Northblue*. При этом ни для одного из показателей биохимического состава плодов голубики не было установлено очень высокого интегрального уровня данной изменчивости.

Поскольку показатели первых двух областей градации изменчивости анализируемых признаков могут быть использованы в качестве критерия устойчивости биохимических характеристик к комплексному воздействию погодных факторов, то наиболее высоким ее уровнем у всех таксонов голубики следовало признать содержание в плодах сухих веществ и аскорбиновой кислоты, у *V. angustifolium* – таковое пектиновых веществ, обоих компонентов антоцианового комплекса, общее количество Р-витаминов, и так же, как и у сорта *Northblue*, растворимых сахаров. При этом в плодах обоих межвидовых гибридов голубики наименее выраженной зависимостью от гидротермического режима сезона характеризовалось содержание гидроксикоричных кислот, катехинов и флавонолов.

## ВЫВОДЫ

1. В результате сравнительного исследования в опытной культуре на рекультивируемом участке торфяной выработки верхового типа на севере Беларуси в контрастные по характеру погодных условий сезоны 2017 и 2018 г. уровней варибельности 14 количественных характеристик биохимического состава плодов *V. angustifolium*, а также межвидовых гибридов (*V. angustifolium* × *V. corymbosum*) *Northcountry* и *Northblue* при внесении полного минерального и микробных удобрений МаКлор, АгроМик и Бактопин при дифференцированном и совместном применении установлено следующее. Степень зависимости биохимического состава плодов голубики от метеорологических факторов в значительной мере определялась видом удобрений, генотипом растений и химической природой органических соединений. При этом интегральный уровень питательной и витаминной ценности плодов *V. angustifolium* характеризовался в 1,3 раза большей устойчивостью к метеорологическим факторам по сравнению с межвидовыми гибридами, особенно с сортом *Northblue*, при существенном влиянии на степень данной устойчивости испытываемых агроприемов.

2. Показано, что внесение  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , жидкого препарата АгроМик и особенно 50%-ного раствора удобрения МаКлор способствовало ослаблению зависимости биохимического состава плодов *V. angustifolium* от погодных условий вегетационного периода по сравнению с контролем, тогда как внесение сухого микоризного удобрения АгроМик в сочетании с 10%-ным раствором препарата МаКлор либо с препаратом Бактопин, напротив, усиливало ее в 1,6 раза. Наименьшая зависимость питательной и витаминной ценности плодов сорта *Northcountry* от гидротермического режима сезона выявлена при совместном использовании препаратов Бактопин и АгроМик, тогда как наибольшая (с превышением в 2,3 раза) – при внесении  $N_{16}P_{16}K_{16}$ . У сорта *Northblue* показано усиление в 1,3–1,7 раза зависимости биохимического состава плодов от метеорологиче-

ских факторов на фоне всех испытываемых агроприемов, особенно с использованием удобрения МаКлор в 50%-ной концентрации.

3. Показано, что в ряду количественных показателей биохимического состава плодов всех таксонов голубики наибольшей устойчивостью к комплексному воздействию погодных факторов характеризовалось содержание сухих веществ и аскорбиновой кислоты, у *V. angustifolium* – пектиновых веществ, обоих компонентов антоцианового комплекса, общее количество Р-витаминов и, как и у сорта *Northblue*, растворимых сахаров, тогда как у обоих гибридов голубики к ним было отнесено также содержание гидроксикоричных кислот, катехинов и флавонолов. Соответственно, наименьшей устойчивостью к гидротермическому режиму сезона у *V. angustifolium* отличался сахарокислотный индекс плодов и содержание в них дубильных веществ, у сорта *Northcountry* – лейкоантоцианов, у сорта *Northblue* – собственно антоцианов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алещенкова, З. М. Микробные удобрения для стимуляции роста и развития растений / З. М. Алещенкова // Наука и инновации. – 2015. – № 8 (150). – С. 66–67.
2. Микробный препарат АгроМик для стимуляции роста и развития тритикале / Е. А. Соловьева [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т микробиологии, Белорус. респ. фонд фундамент. исслед., Белорус. обществ. объединение микробиол. ; под ред. Э. И. Коломиец, А. Г. Лобанка. – Минск : Беларуская навука, 2013. – С. 331–342.
3. Влияние погодных условий вегетационного периода на биохимический состав плодов шиповника и калины обыкновенной при интродукции в Беларусь / Ж. А. Рупасова [и др.] // Плодоводство : сб науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т плодоводства ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2013. – Т. 25. – С. 309–325.
4. Межсезонные различия биохимического состава плодов рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) при интродукции в Беларусь / Ж. А. Рупасова [и др.] // Плодоводство : сб науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т плодоводства ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2016. – Т. 28. – С. 227–236.
5. Методы определения сухих веществ : ГОСТ 8756.2-82. – Введ. 01.01.1983. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.
6. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л., 1987. – 430 с.
7. Марсов, Н. Г. Фитохимическое изучение и биологическая активность брусники, клюквы и черники : дис. ... канд. фармацевт. наук : 15.00.02 / Н. Г. Марсов. – Пермь, 2006. – 200 с.
8. Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. – М. : Колос, 1985. – С. 110–112.
9. Swain, T. The phenolic constituents of *Prunus Domestica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents / T. Swain, W. Hillis // J. Sci. Food Agric. – 1959. – Vol. 10, № 1. – P. 63–68.
10. Скорикова, Ю. Г. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах / Ю. Г. Скорикова, Э. А. Шафтан // Тр. 3-го Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968. – С. 451–461.
11. Методика определения антоцианов в плодах аронии черноплодной / В. Ю. Андреев [и др.] // Фармация. – 2013. – № 3. – С. 19–21.
12. Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье // Государственная фармакопея СССР. – М. : Медицина, 1987. – Вып. 1 : Общие методы анализа. – С. 286–287.
13. Зайцев, Г. Н. Методика биометрических расчетов / Г. Н. Зайцев // Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1973. – 256 с.

### THE INFLUENCE OF METEOROLOGICAL FACTORS ON VARIABILITY OF THE QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF BIOCHEMICAL COMPOSITION OF *VACCINIUM ANGUSTIFOLIUM* FRUITS ON THE BACKGROUND OF TREATMENT BY FERTILIZERS IN THE NORTH OF BELARUS

Zh. A. RUPASOVA, A. P. YAKOVLEV, E. I. KOLOMIETS, Z. M. ALESHCHENKOVA,  
V. N. RESHETNIKOV, T. M. KARBANOVICH, A. A. YAROSHUK

### Summary

The article presents the results of a comparative study of 14 quantitative characteristics of fruits of *V. angustifolium*, as well as interspecific hybrids (*V. angustifolium* × *V. corymbosum*) *Northcountry* and *Northblue* in the experimental culture when using complete mineral and microbial fertilizers ‘MaClor’, ‘Agromik’ and ‘Bactopin’ with differential and combined application. The studies were carried out in the recultivated area of open-cut upland peat deposit in the north of Belarus in the seasons 2017 and 2018. It was shown that the dependence level of biochemical composition of *V. angustifolium*

fruits on meteorological factors was largely determined by the type of fertilizers, plant genotype and chemical nature of organic compounds. At the same time, the integral level of the nutritional and vitamin value of *V. angustifolium* fruits was characterized by 1.3 times greater resistance to meteorological factors, compared with interspecies hybrids, especially with the *Northblue* variety, with a significant impact of the tested agricultural methods on the degree of this resistance.

It was established that the application of  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , of the liquid preparation 'Agromik' and especially of the 50 % solution of the fertilizer 'MaClor' contributed to decreasing the dependence of biochemical composition of *V. angustifolium* fruits on the weather conditions of the vegetation period, compared with the control, whereas the application of dry mycorrhizal fertilizer 'Agromik' in combination with the 10 % solution of the preparation 'MaClor' or with the preparation 'Bactopin', on the contrary, increased this dependence by 1.6 times. The smallest dependence of the nutritive and vitamin values of fruits of the *Northcountry* variety on the hydrothermal regime of a season was revealed when sharing the preparations 'Bactopin' and 'Agromik', whereas the highest (with an excess of 2.3 times) – when introducing  $N_{16}P_{16}K_{16}$ . In the *Northblue* variety, a 1.3–1.7-fold increase in the dependence of biochemical composition of fruits on meteorological factors was revealed against the background of all the tested agricultural methods, especially with the use of 'MaClor' fertilizer at a 50 % concentration.

It was shown that among the quantitative indicators of biochemical composition of fruits of all bog whortleberry taxa the content of dry substances and ascorbic acid was the most resistant to the complex effect of weather factors. For *V. angustifolium* also the content of pectin substances, of both components of the anthocyanin complex, of total amount of P-vitamins and, like for the *Northblue* variety, of soluble sugars, whereas for both *V. angustifolium* hybrids – the content of hydroxycinnamic acids, catechins and flavonols was also the most resistant to the complex effect of weather factors. Accordingly, the sugar-acid index of fruits and the content of tannins in them in *V. angustifolium*, content of leucoanthocyanins in the *Northcountry* variety, content of actually anthocyanins in the *Northblue* variety were characterized by the lowest resistance to the hydrothermal regime of a season.

*Keywords:* peat deposit, narrow-leaved and tall *V. angustifolium*, microbial and mineral fertilizers, fruits, variability of quantitative characteristics of biochemical composition, resistance to meteorological factors, Belarus.

Поступила в редакцию 05.03.2019 г.